

Tartu Ülikool
Psühholoogia instituut

Kadri Väljaste

SKEMAATILISTE EMOTSIOONINÄGUDE TAJUMINE: EEG,
REAKTSIOONIAEGADE JA SUBJEKTIIVSETE HINNANGUTE
ANALÜÜS
Seminaritöö

Juhendajad: Nele Kuldkepp, MSc ja Kairi Kreegipuu, PhD

Läbiv pealkiri: Skemaatiliste emotsiooninägude tajumine

Tartu 2013

Skemaatiliste emotsiooninägude tajumine: EEG, reaktsiooniaegade ja subjektiivsete
hinnangute analüüs

Kokkuvõte

Käesoleva töö eesmärgiks oli uurida skemaatiliste emotsiooninägude tajumist optimaalse paradigma kasutamisel, mis võimaldaks aju bioelektrilist aktiivsust ja erinevuste avastamist uurida senisest kiiremalt ja mugavamalt. Emotsionaalse töötluse uurimisel keskenduti eelkõige lahknevusnegatiivsusele (vMMN), aga ka reageerimisaegade ja standardiseeritud subjektiivsete kommentaaride analüüsile. Leiti, et emotsionaalset infot kandev nägu on teiste nägude seast raskemini tuvastatav kui suvaliste kujundite hulgast. Negatiivsete emotsioonide eelisttöötlus ehk negatiivne tajukalle, seda eelkõige ohu tajumise osas, ei leidnud antud töös kinnitust.

Märksõnad: Skemaatilised emotsiooninäod, optimaalne paradigma, EEG, vMMN, reaktsiooniajad, subjektiivsed hinnangud, negatiivne tajukalle

Läbiv pealkiri: Skemaatiliste emotsiooninägude tajumine

Perception of Schematic Emotional Faces: Analysis of EEG, Reaction Times and Subjective Evaluations

Abstract

The purpose of this study was to examine the perception of schematic emotional faces in optimum paradigm that would enable to investigate brain bioelectrical activity and difference detection more efficiently. The main emphasis in analysing emotional processing was put on vMMN, as well on analysis of reaction times and standardised subjective evaluations. It appeared that it was more difficult to detect emotional faces among other faces *versus* random objects. Negativity bias stated to exist in emotional processing, in particular threat advantage did not find proof in this study.

Keywords: Schematic emotional faces, optimum paradigm, EEG, vMMN, reaction times, subjective evaluations, negativity bias

Running head: Perception of Schematic Emotional Faces

Sissejuhatus

Nägude tajumine on automaatne protsess, mis hõlmab inimese tähelepanu sellest hoolimata, kas näod on seotud tol hetkel käesoleva kognitiivset töötlust vajava ülesandega või mitte. Sealjuures nõuavad suuremat tähelepanu emotsionaalset informatsiooni edasiandvad näoväljendused. Palermo ja Rhodes (2007) pakuvad nägude eelistöötluse põhjuseks välja nägude bioloogilise ning sotsiaalse tähtsuse inimese toimetulekul. Igapäevaelus on raske eirata kellegi vihast või vastupidiselt soojalt naeratavat nägu, samas ei teki otsest vajadust pöörata tähelepanu neutraalse ilmega kaaslasele.

Tähelepanu ja emotsioonitöötluse seoste uurimisel kasutatakse sageli EEG (entsefalograafia) meetodit selle hea ajalise lahutusvõime tõttu. Üks viis EEG andmeid vaadelda on rakendada ERP (*event related potential*, sündmuspotsentsiaal) töötlust. ERP-ks nimetatakse korduvate mõõtmiste keskmistamisel saadud EEG signaalilõiku. ERP komponentidest seostatakse nägude tajuga eelkõige esimese sajakonna millisekundi sisse jäävaid N1 ja P1 laineharjasid, mis peegeldavad esmast tajulist töötlust, ning hilisemat tähelepanuga seotud N2 komponenti (Luck, 2005). Konkreetsemalt nägude töötlust peegeldab N170 komponent (Bentin, Allison, Puce, Perez, McCarthy, 1996).

Automaatse töötluste protsesside uurimisel on viimastel aastakümnetel äratanud suurt huvi MMN ehk mittekokkulangemise negatiivsus. MMN on EEG kõvera automaatselt tekkiv negatiivne väljalöökk, mis tekib vastusena kõige erinevamatele hälvetele sensoorses stimulatsioonis. 1978. aastal Risto Näätäneni poolt avastatud fenomeni on palju uuritud auditoorses modaalsuses, kuid viimasel aastakümnel on leitud, et MMNi kasulikkust ei saa alahinnata ka nägemismodaalsuse uurimisel. MMNi eeliseks auditoorses modaalsuses on, et see tekib tähelepanusuunast sõltumatult, mis võimaldab seda kasutada ka kliinilise populatsiooniga tehtavates uuringutes. Sealjuures ei ole käitumuslike ülesannete kaasamine vajalik, kuid seda rakendatakse katseisiku tähelepanu MMNi esilekutsuvatelt stiimulitelt eemale suunamiseks, et välistada tähelepanukesksete ERP komponentide kattumist MMNiga (Näätänen, Paavilainen, Rinne, Alho, 2007).

Kujala, Tervaniemi ja Schrögeri (2007) väitel on erinevad uuringud tõestanud, et suured stiimulitevahelised erinevused põhjustavad suure amplituudiga kiirelt tekkivaid MMN väljalööke, samas kui stiimulitevaheliste erinevuste vähenemisel muutub MMNi amplituud

väiksemaks ning latentsus suureneb. Kujala et al. (2007) märgivad veel, et MMN andmed ühtivad suurel määral käitumuslike näitajatega – mida suurema amplituudiga on MMN, seda lühem on muutuse detekteerimiseks kulunud reaktsiooniaeg (*RT*).

Viimase kümne aasta jooksul on üha enam tõestust leidnud MMNi esinemine nägemismodaalsuses. Czigleri (2007) ülevaate põhjal tekib visuaalne MMN (vMMN) reaktsioonina deviantsele värvile, ruumilisele sagedusele, stiimuli kontrastile, liikumise suunale, vormile, joone suunale, stiimuli asukohale, värvi ja suuna koosesitamisele, stiimuli ärajäämisele ning hälbivale stiimulite järjekorrale. Lisaks on leitud, et vMMN ei teki reaktsioonina mitte ainult üksikutele stiimuli tunnustele vaid ka reaktsioonina eri tunnuste koosesinemisele (Winkler, Czigler, Sussman, Horváth, Balázs, 2005, viidatud Czigler 2007 järgi). Visuaalne MMN on negatiivse suunaga ERP komponent, mis tipneb tavaliselt 200–400 ms juures pärast visuaalse stiimuli esinemist (Kimura, Kondo, Ohira, Schröger, 2012). Kimura et al. (2012) kokkuvõtte põhjal on enamik vMMNi uuringuid läbiviidud klassikalisest „*oddball*“ paradigmast lähtudes, kus deviant rikub lihtsat korduvat mustrit (OOOOX); või esineb deviant varieeruva mustri ootamatus asukohas (OOXXOOXXX); või esineb deviantne stiimul ebareeglipäraselt keerulisemat mustrit järgivas stiimulite reas (OO-XX-XX-OO-OX).

On aga leitud, et esitades ühes katseseerias segamini mitut deviandi ehk lähtudes nn optimaalsest paradigmast, tugevneb standardstiimulile tekkiv mälujälg, mistõttu muutub ka deviandi eristamisel tekkiv reaktsioon tugevamaks (Näätänen, Pakarinen, Rinne, Takegata, 2004). Mitme deviandi ühte seeriasse kaasamine võimaldab uurida erinevate stiimulite põhjustatud MMNi esinemist samaaegselt. Lähtudes klassikalisest *oddball* paradigmast, on võimalik korraga analüüsida vaid ühe deviandi mõjul tekkinud MMNi ilmnemist. Seega on optimaalse paradigma rakendamine oluline eelkõige kliiniliste uuringute juures, kus aja efektiivne kasutamine on primaarse tähtsusega (Thönnessen, Zvyagintsev, Harke, Boers, Dammers, Norra, Mathiak, 2008). Lisaks leidsid Näätänen et al. 2004. aastal korraldatud auditoorse modaalsuse uuringus, et optimaalse paradigma kasutamisel tekkinud MMN on suurema amplituudiga kui *oddball* paradigmast lähtudes. Antud tulemused on saadud auditoorses katses, mistõttu on oluline välja töötada optimaalne paradigma nägemismodaalsuses teostavate uuringute jaoks. Varasemalt on *oddball* ning *optimum* paradigmat võrrelnud Oliver Sibolt (2012), kes uuris oma töös skemaatiliste emotsiooninägude töötlust ning leidis sealjuures märke kurja näo eelistõotlusest.

Emotsionaalsete stiimulite kiire märkamine ning nende eristamine neutraalsetest on märk normaalsest kognitiivsest töötlustest (Chang, Xu, Shi, Zhang, Zhao, 2010). On leitud, et emotsionaalsete nägude esitamisel tähelepanuväliselt ning nende mitteseondumisel ülesandega võib emotsionaalsete nägude töötlus jääda tagaplaanile, mistõttu on väidetud, et emotsionaalsete stiimulite tajumiseks peavad viimased esinema tähelepanukeskmes (Eimer, Holmes, McGlone, 2003, viidatud Gonzalez-Garrido, Ramos-Loyo, López-Franco, Gómez-Velázquez, 2009 järgi). Antud väitest enam kinnitust on leidnud emotsionaalsetele stiimulitele omistatav eelistöötlus. Näiteks leidsid Astikainen ja Hietanen oma 2009. aastal läbiviidud uuringus ning Zhao ja Li oma 2006. aasta uurimuse tulemusena, et nägude esitamisel nägemisvälja keskmes, juhtides tähelepanu kõrvale auditoorsete stiimulite abil, toimub visuaalselt esitatud emotsioonide töötlus automaatselt. Oluline on tähelepanu otsesest fookusest väljas olevate stiimulite erineval viisil uurimine, mis aitaks selgitada teadvussepääsu omavate stiimulite erilise edu põhjuseid.

On pakutud, et kurja näo kiirem äratundmine on kui inimese adaptiivne reaktsioon keskkonnaga toimetulekuks (Fox, Lester, Russo, Bowles, Pichler, Dutton, 2000). Kurja näo eelistöötlusele viitasid Öhman, Lundqvist & Esteves oma 2001. aasta uurimuses, kus leiti, et kuri skemaatiline nägu torkas paremini silma kui rõõmus. Kasutades erinevaid emotsioone väljendavaid skemaatilisi nägusid, leidsid Weymar, Löw, Öhman ja Hamm (2011), et neutraalsete nägude hulgast oli vihaseid nägusid lihtsam eristada kui õnnelikke. Negatiivsete stiimulite eelistöötlust tõendasid ka Zhao ja Li (2006), kes leidsid, et esitades deviantidena kurbasid ja õnnelikke nägusid standardiks olnud neutraalse näo kõrval, kutsusid suurema amplituudiga visuaalse emotsionaalse MMNi ehk eMMNi esile kurvad näod.

Olgugi, et enamik nägudetundlikke rakke reageerivad nii püstistele kui pööratud nägudele, on leitud, etaju reaktsioon pööratud nägudele on nõrgem kui püstistele nägudele (Perrett, Mistlin, Chitty, Smith, Potter, Broennimann, Harries, 1988, viidatud Bentin, Allison, Puce, Perez, McCarthy, 1996 järgi). Emotsionaalse töötluste sõltuvust näo asendist on uurinud Susac, Ilmoniemi, Pihko ja Supek (2004) ning Chang, Xu, Shi, Zhang ja Zhao (2010). Mõlema uurimuse tulemustes leiti, et nägude pööramine vähendab tekkiva vMMNi amplituudi.

Projekti eesmärk ja hüpoteesid

Antud projektiga üritatakse jõuda lähemale optimaalse paradigma väljatöötamisele vMMN uuringute ja rakenduste jaoks. Selleks kasutatakse samaaegset vMMN metodoloogiat, mis tähendab, et segavad ja eesmärkstiimulid esitatakse korraga. Lisaks uuritakse, kas ja kuidas eristatakse erinevaid emotsioone signaliseerivaid nägusid ehk emotsioone ning kas emotsionaalsete nägude eristamine sõltub kontekstist, kus nad esinevad. Palermo ja Rhodes (2007) väitel pööravad inimesed enam tähelepanu nägudele kui teistele sagedasti esinevatele objektidele. Sealjuures saavad eelistöötuse osaks emotsionaalset infot sisaldavad näod. Uurimaks seda, kas nägude eelistöötus on sõltuv kontekstist, seati eesmärgiks uurida emotsionaalsete nägude töötlust kujundite või vastandlikult teiste nägude seas. Selleks vaadeldi EEG meetodi abil nägemistaju katses registreeritud aju elektrilist aktiivsust, katseisikute reaktsiooniaegasid ning subjektiivseid hinnanguid. Emotsionaalse töötuse uurimisel keskenduti eelkõige vMMN analüüsile. Lähtuvalt eelmainitud eesmärkidest püstitati järgmised hüpoteesid:

1. Emotsionaalset infot kandev nägu on erinevate kujundite hulgast kiiremini tuvastatav kui teiste nägude seast.
2. Emotsioonitöötluses esineb nn *negativity bias* ehk negatiivseid emotsioone väljendavatele nägudele tekkiv vMMN on suurema amplituudiga või varasema latentsiajaga kui neutraalse või positiivse stiimuli poolt põhjustatud vMMN.

Meetod

Käesoleva uurimuse andmed koguti TÜ eksperimentaalpsühholoogia laboris läbiviidava nägemistaju katse raames 2012. aasta kevadel ning sügisel. Uuring on heaks kiidetud TÜ Inimuuringute eetika komitee poolt. Antud seminaritöö on osa nägemistaju ja mittekokkulangemise negatiivsust uurivast projektist, mille eesmärgiks on jõuda lähemale optimaalse paradigma väljatöötamisele vMMN uuringute ja rakenduste jaoks. Antud projekti esimeses töös võrreldi *oddball* ja *optimum* paradigmat (Sibolt, 2012). Mainitud töö tulemused panid aluse käesolevas seminaritöös rakendatud katsedisainile. Seminaritöös kasutatavad andmed on kogutud koos Kertu Saarega, kes keskendub oma seminaritöös peamiselt nägude ja mittenägude töötuse vahelistele erinevustele ning näoasendi olulisusele (Saar, 2013). Sellest lähtuvalt ei keskenduta antud töös pööratud ja pööramata nägude töötuse erinevustele.

Valim

Valimi moodustasid 44 vabatahtlikku ning tervet katseisikut (20 meest, 24 naist; keskmine vanus 23.1 aastat; $SD = 4.7$ aastat). Kõik katses osalejad allkirjastasid eelnevalt informeeritud nõusoleku lehe. Kõik katseisikud olid normaalse või korrigeeritud silmanägemisega ning 43 katseisikut olid paremakäelised ning üks vasakukäeline. Käesoleva seminaritöö raames ei uurita poolkerade vahelist töötlust, mistõttu otsustati kaasata valimisse ka ühe vasakukäelise katseisiku andmed. Ühes katseseerias (I) jäeti analüüsist välja ühe katseisiku andmed elektroentsefalogrammi salvestamisel esinenud tehniliste probleemide tõttu.

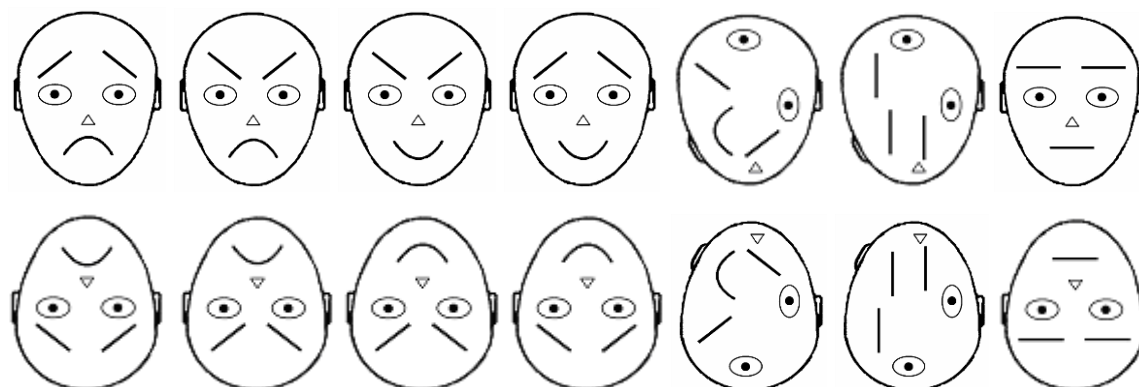
Põhikatse

Katsed viidi läbi kell 10–13 või 13–16. Nägemistaju uurivas katses mõõdeti katseisikute reaktsiooniajad ning registreeriti nende aju elektriline aktiivsus EEG meetodi abil.

Nägemistaju katse toimus hämaralt valgustatud ruumis. Katseisik istus toolil, mis oli asetatud 115 cm kaugusele arvutiekraanist (*Mitsubishi Diamond Pro 2070SB*, 22"; kaadrisagedus 60 Hz). Katseprogrammid esitati Matlab'is (*MathWorks, Inc*) Kairi Kreegipuu (PhD) ja Mai Toomi programmeeritud juhtfailide abil. Katseisikutele esitati kolm neljakümnest blokist koosnevat umbes 20-minutilist katseseeriat, millele eelnes lühike kahest blokist koosnev prooviseeria. Tähelepanu suunamiseks paluti katseisikutel reageerida erinevatele eesmärkstiiimulitele (stiiimuli suurus 674 x 789 pikselit). Katseisikuid instrueeriti vaatama rahulikult ekraanile ning vajutama vasakut hiireklahvi iga kord, kui ekraanile ilmus varasemalt kokkulepitud eesmärkstiiimul.

Eesmärkstiiimulitele reageerimise kiiruse põhjal mõõdeti katseisikute reaktsiooniajad. Iga stiiimulibloki järel oli katseisikul võimalus puhata ning silmi pilgutada, kujundite esitamise ajal paluti istuda rahulikult ning silmi mitte pilgutada. Katseseeriade koostamisel lähtuti *optimum* paradigmast (Näätänen et al., 2004). See tähendab, et iga bloki alguses esitati kõigepealt 5 standardstiiimulit ning seejärel esinesid standard- ja deviantstiiimulid vaheldumisi. Ühes katseseerias esitati segamini mitu devianti, kuna on leitud, et see tugevdab standardstiiimulile tekkivat mälujälge, mistõttu on deviandi eristamine veelgi tugevam (Näätänen et al., 2004). Katsestiiimulitena kasutati üht neutraalse ning nelja emotsionaalse ilmega skemaatilist nägu, mis on Gerly Kuke poolt magistritööks (2010) adapteeritud Öhman

et al. (2001) eksperimendist. Lisaks olid kasutusel Gerly Kuke (2010) loodud kaks erinevate laialipaisatud näoelementidega kujundit ning kõigi seitsme kujundi ümberpööratud variandid.



Joonis 1. Katsestiimulid on adapteeritud Öhman et al. (2001) eksperimendist, lisatud on kaks laialipaisatud stiimulitega kujundit (Kukk, 2010). Katsestiimulite nimetused ülevalt vasakult lugedes: kurb, vihane, kaval, õnnelik, kujund1, kujund2, neutraalne, teises reas vastavalt esimese rea stiimulite pööratud variandid.

Esimeses katseseerias (neutraalse näo standardstiimul) tuli katseisikul reageerida iga kord, kui ekraanile ilmus kujund1 või selle pööratud versioon. Teises seerias, kus standardiks oli kujund1, pidi katseisik reageerima kõigil kordadel, mil ekraanil kujutati neutraalset stiimulit või selle pööratud varianti. Kolmandas seerias tuli katseisikul vajutada vasakut hiireklahvi kõigil kordadel, mil ekraanile ei ilmunud kujund2 või selle pööratud variant. Eesmärkstiimulite arvult olid esimene ja teine seeria samasugused, kolmandas seerias tuli reageerida suuremale arvule eesmärkstiimulitele kui teistes katseseeriates (vastavalt 4 vs 12). Stiimuleid esitati blokiviisiliselt. Iga bloki alguses esitati kõigepealt 5 standardstiimulit ning seejärel esitati vaheldumisi standard- ja erinevaid deviantstiimuleid. Ühes blokis oli 37 esitust ning ühes seerias 40 blokki. Stiimulite ekraanilolemise aeg oli 249 ms ning stiimulite vaheline aeg (*ISI*) 449 ms, mis teeb kogutsükli pikkuseks 698 ms. Seeriade järjekorda varieeriti kõigil katseisikuil tasakaalustamata ladina ruudu põhjal.

Lisamõõtmised

Peale katseseeriade ajal salvestatud entsefalogrammi registreeriti ka katseisikute puhkeoleku EEG ning CFF (*critical flicker frequency*) meetodi abil nägemissüsteemi ajaline lahutusvõime. Puhkeoleku EEG mõõdeti enne ja pärast katset kahel tingimusel. Esimesel tingimusel tuli katseisikul istuda silmad lahti, lugeda mõttes kümneni ning seejärel pilgutada 5 korda järjest rahulikult silmi ning ülejäänud aja istuda ja vaadata silmi pilgutamata otse

enda ette (120 sekundit). Teisel tingimusel anti katseisikule instruksioon sulgeda silmad ning istuda rahulikult ennast liigutamata 120 sekundit kinniste silmadega.

Lisaks paluti katseisikutel täita Borg CR10 subjektiivne väsimuse hindamise küsimustik (Borg, 1998). Geneetiliste polümorfismide uurimiseks võeti vabatahtlikelt katseisikutelt süljeproov. Pärast katseseeriade läbimist tuli eksperimendis osalejatel täita küsimustik, kus neil paluti hinnata erinevaid katses esitatud stiimuleid ning anda neile nimetus.

Katsejärgselt täidetavas küsimustikus tuli hinnata katses esitatud 14 stiimulit nelja erineva dimensiooni põhjal. Esiteks pidid katseisikud hindama iga stiimuli valentsi 9-punktilise intervallskaala alusel: 1 = õnnelik, rahulolev, rõõmus, lootusrikas; 9 = õnnetu, kurb, ärritatud, rahulolematu. Lisaks tuli katseisikuil intervallskaala alusel hinnata, milline oli nende erutatus stiimulit vaadates: 1 = unine, rahulik, lõõgastunud, mitteerutunud; 9 = põnevil, erutatud, hullunud, innustatud. Kolmandana pidid katseisikud hindama, kui palju tõmbasid stiimulid tähelepanu: 1 = üldse mitte, ma ei märganudki; 9 = tõmbas tähelepanu, oli vastupandamatu. Viimaks tuli intervallskaala alusel hinnata, kas stiimulite eristamiseks kasutati mõnd strateegiat või mitte: 1 = verbaalne, andsin nime; 9 = kujundiline, pilt, üldine kuju. Samuti paluti katseisikuil lisada soovi korral kommentaar, tuua välja stiimulile antud nimi ning märkida, kas seda nime kasutati ka nägemistaju katse käigus.

Käesolevas seminaritöös ei analüüsita puhkeoleku EEG tulemusi, Borg CR10 väsimuse hindamise küsimustiku ega CFF meetodi abil saadud andmeid. Samuti ei kuulu antud töö analüüsi geeniproovide tulemused.

EEG salvestus

Elektroentsefalogrammi registreerimiseks kasutati 32 aktiivelektroodiga EEG süsteemi (*ActiveTwo, Biosemi*), mis oli paigutatud rahvusvahelise 10–20 süsteemi järgi (Jasper, 1958). Lisaks salvestati 6 lisaelektroodi signaalid. Silmaliigutustest tekkiva müra eraldamiseks olid 4 neist paigutatud näole, 2 horisontaalsete silmaliigutuste registreerimiseks vasaku ja parema silma välisnurkadesse ning 2 silmapilgutuste ja vertikaalsete silmaliigutuste mõõtmiseks vasaku silma alla ja kohale. Referentselektroodid (2 tk) kinnitati kõrvalestadele. EEG mõõtmiste salvestussagedus reaajas oli 1024 Hz ning salvestusfilter 0.16–100 Hz.

Andmeanalüüs

EEG tulemuste analüüsimiseks kasutati *BrainVision Analyzer 1.05* (*Brain Product GmbH*) tarkvara. Toorandmed kohandati referentselektroodidele, jäeti välja mittekasutatud kanalid ning loeti peale 10–20 süsteemi nimetused. Valitud töötlusfiltriks oli 24 dB/oct (0.1–30 Hz), silmaliigutustest tuleneva müra välja arvutamisel lähtuti Gratton ja Colesi algoritmist (Gratton & Coles, 1983). Tulemuste analüüsimisel vaadeldi segmente -250 ms enne ja 750 ms pärast stiimuli ilmutumist. 100 ms lõik enne stiimuli ilmutumist kohandati nullile ehk teostati baastaseme korrektsioon. Analüüsimiseks valitud ajulainete suurim lubatud võnkumine oli -100 μ V kuni 100 μ V, madalaim lubatud aktiivsus 0.5 μ V 100 ms intervalli jooksul, gradiendi kriteeriumiks oli 50 μ V ning suurim väärtuste lubatud absoluutne erinevus 100 μ V. Standardite ja deviantide arvu ühtlustamiseks valiti standardite segmentide hulgast juhuslikult välja 5% segmente.

Kontrollimaks, kas osa emotsiooniväljenduste puhul esineb tajuline eelistöötlus, uuriti stiimulite vahelisi erinevusi *BrainVision Analyzer 1.05* programmi sisese sõltumatu t-testi abil (t-testi olulisuse kriteerium $t > 5$, $p < .01$). Tulemusi võrreldi kuklapiirkonda paigutatud Oz elektroodilt registreeritud andmete põhjal. Oksipitaalselt paigutatud elektroodid O1, O2 ning Oz peegeldavad kuklapiirkonnas asetsevas nägemiskeskuses toimuvat visuaalse informatsiooni töötlust. O1, O2 ning Oz elektroodidelt saadud elektrilained osutusid omavahelisel võrdlusel väga sarnaseks, mistõttu valiti edasiseks analüüsimiseks ning seminaritöös tulemuste esitamiseks keskjoonel paiknev Oz elektrood. EEG tulemustest otsiti ERP ehk sündmusega seotud potentsiaali komponente. *Optimum* paradigma väljatöötamise seisukohast olulisim ja huvipakkuvaim neist oli MMN ehk ERP automaatset tähelepanu kätkev komponent. MMNi leidmiseks arvutati välja deviantide erinevus 5% standardite segmentidest. On leitud, et vMMN ilmneb tavaliselt oksipitaalselt kõige varem 100–200 ms pärast stiimuli ilmutumist (Pazo-Alvarez, Cadaveira, Amenedo, 2003), kuid võib esineda kuni 400 ms jooksul (Kimura et al., 2012). Lisaks pöörati tähelepanu nägemistaju varast töötlust peegeldavale N1 komponendile (Luck, 2005).

Reaktsiooniaegade ning katsejärgse küsimustiku andmete analüüsimisel kasutati SPSS Statistics 17.0 (*SPSS Inc.*) programmi. Reaktsiooniaegade analüüsist jäeti välja reageerimised, mis olid toimunud vähem kui 100 ms pärast stiimuli ilmutumist või rohkem kui 1000 ms pärast stiimuli ekraanile ilmutumist. Võrreldi esimese katseseeria, kus tuli reageerida kujund1-le, ning

teise seeria, mille eesmärktiimuliks oli neutraalne nägu, keskmiseid reaktsiooniaegasid. Keskmiste vahelise erinevuse olulisust kontrolliti *Mann-Whitney* testi abil. Kolmandas seerias, kus eesmärktiimuliteks olid kurb, vihane, salakaval, õnnelik, neutraalne nägu ja kujund1 ning standardiks kujund2, leiti eri stiimulite keskmised reaktsiooniajad ning teostati leitud keskmiste paariviisiline võrdlus *Mann-Whitney* testi abil. Uurimaks stiimulite äratuntavust vaadeldi erinevates katseseeriates valesti reageerimisi ning eesmärktiimulitele mittereageerimisi. Eksimuste esinemissageduste olulisust kontrolliti *Pearson's Chi-Square* statistiku abil. Katsejärgse küsimustiku põhjal hinnati erinevatele stiimulitele antud hinnanguid. Leiti püstiste stiimulite hinnangute keskmised nelja dimensiooni alusel. Keskmiste erinevuste olulisust kontrolliti kõiki stiimuleid kõigi teiste stiimulitega paariviisiliselt võrreldes *Wilcoxon Signed Ranks* testi abil.

Tulemused

Subjektiivsed stiimulite hinnangud

Nimetused

Vaadeldes katseisikute poolt stiimulitele antud nimetusi, on näha, et need kattuvad suuremas osas katsekoostajate poolt pakutud nimetustega. Vihase näo hinnangutest kattus 39 katseisiku antud nimetus eksperimentaatorite poolt valituga, 2 katseisikut nimetasid selle näo „kurvaks“, 1 „tõsiseks“ ning 1 „plönniks“, 1 katseisik jättis vastamata. Kurba nägu nimetasid 41st vastanud katseisikust 38 „kurvaks“. Rõõmsa näoga seostusid katseisikutel enamjaolt positiivsed nimetused, 42st hinnangust 21 olid „rõõmus“, kuid seda nimetati teiste isiklikemate nimetuste seas ühel korral ka lihtsalt „näoks“ ning kahel korral „tavaliseks“. Nägudest kõige enam vastakaid arvamusi tekitas salakaval nägu, mida 41st vastanust vaid 18 nimetasid „salakavalaks“ või „kavalaks“. Teiste arvamuste hulgas peeti salakavalat nägu ka „rõõmsaks“, „vihaseks“ ja „pahatahtlikuks“. Neutraalse näo 42st nimetusest 29 olid „neutraalne“, kuid seda nimetati neljal korral ka lihtsalt „kriipsudeks“. Kujundeid 1 ja 2 peeti nimetuste järgi hinnates objektideks, mitte nägudeks.

Valents

Katsejärgse küsimustiku andmete põhjal selgus, et teistest hinnangutest eristusid vihase ja kurva ning õnneliku näo valents. Subjektiivselt hinnati kõige kõrgemalt (maksimumhinnang 9 = õnnetu, kurb, ärritatud, rahulolematu) kurva näo valentsi (7.21, $SD=1.78$) ning teisena kurja

näo valentsi (7.07, $SD=1.70$). Võrreldes antud tulemusi keskmise skoori saanud neutraalse näo valentsiga (4.77, $SD=1.49$) osutusid ilmnenu erinevused statistiliselt olulisteks (neutr vs kurb $Z=-4.68$, $p<.01$; neutr vs kuri $Z=-4.78$, $p<.01$). Seega võib väita, et kurba ja kurja nägu hinnati ka subjektiivselt kõige enam negatiivseid emotsioone väljendavateks. Kõige positiivsemalt hinnati (miinimumhinnang 1 = õnnelik, rahulolev, rõõmus, lootusrikas) õnnelikku pööramata nägu (3.02, $SD=1.85$). Ka õnneliku näo erinevus neutraalsest leidis kinnitust ($Z=-4.61$, $p<.01$). Kõige enam sarnanesid neutraalsele näole valentsi alusel salakaval nägu ning kujundid 1 ja 2, millele antud hinnangud ei erinenud statistiliselt oluliselt neutraalse näo valentsist.

Erutavus

Erutavuse hinnangutes sai teistest kõrgema skoori salakaval pööramata nägu (6.14, $SD=1.81$). Antud hinnang erines oluliselt kõigist teistest skooridest peale kurvale (5.14, $SD=1.75$) ning kurjale näole antud hinnangu (5.45, $SD=1.58$). Kõik hinnangud olid väga lähedal keskmisele skoorile (4.5), mistõttu võib eeldada, et ükski stiimulitest ei tekitanud katseisikutes väga suurt põnevust ega erutatust.

Tähelepanu

Subjektiivsete hinnangute põhjal oli kõige tähelepanutõmbavamaks stiimuliks kujund2 (püstises asendis keskmine hinnang 6.45, $SD=1.70$). Võrreldes erinevate stiimulite hinnanguid ei osutunud ükski erinevus statistiliselt oluliseks.

Kujundilisus

Kõige kujundilisemaks hinnati kujund1 (7.4, $SD=2.10$), hinnang erines statistiliselt oluliselt ($Z=-3.06$, $p<.01$) neutraalse näo hinnangust (6.11, $SD=2.44$). Kokkuvõtvalt hindasid katseisikud stiimuleid enam üldisteks kujunditeks kui verbaalsena väljendatavateks objektideks.

Reaktsiooniajad

Uurimaks, kui äratuntavad olid katses esitatud stiimulid vaadeldi katseseeriates esinenud valesti reageerimisi ning eesmärkstiimulile reageerimata jätmisi. Esimeses seerias, kus eesmärkstiimuliks oli kujund1 või selle pööratud variant, reageeriti kõige enam valesti

kujund2-le (tabel 1). Tajulise sarnasuse poolest lähenes kujunditele 1 ja 2 kõige enam neutraalne nägu.

Tabel 1. I katseseeria volestireageerimiste arv. Eesmärkstiiuliks kujund1, standardiks neutraalne nägu

Deviantstiiumul	Ei reageeritud	Reageeriti	Kokku
Neutraalne	1720	40	1760
Kurb	1735	25	1760
Õnnelik	1748	12	1760
Vihane	1738	22	1760
Salakaval	1747	13	1760
Kujund1	404	3116	3520
Kujund2	1642	118	1760

Df = 6, $p < .01$

Seerias, kus standardiks oli kujund1 ning eesmärkstiiuliteks neutraalse näo pööratud ja pööramata variant reageeriti teistest enam valesti õnnelikule näole (tabel 2). Võrreldes reaktsiooniaegsid subjektiivsete hinnangutega, selgus, et sealjuures ei olnud määravaks valents, kuna neutraalse näo valentsi hinnati pigem sarnaselt salakavala ja kujund1 valentsiga, õnnelikku nägu peeti aga enam positiivsust väljendavaks kui teisi stiimuleid.

Tabel 2. II katseseeria volestireageerimiste arv. Eesmärkstiiuliks neutraalne nägu, standardiks kujund1

Deviantstiiumul	Ei reageeritud	Reageeriti	Kokku
Neutraalne	268	3300	3568
Kurb	1740	44	1784
Õnnelik	1701	83	1784
Vihane	1748	36	1784
Salakaval	1745	39	1784
Kujund1	1780	4	1784
Kujund2	1741	43	1784

Df = 6, $p < .01$

Kõige vähem jäeti õigele stiimulile reageerimata seerias, kus eesmärkstiiimuliks oli neutraalne nägu. See tulemus võib viidata nägude kui tuttavate objektide paremale eristuvusele ning äratuntavusele.

Tabel 3. III katseseeria volestireageerimiste arv. Standardiks kujund2, eesmärkstiiimuliteks kõik deviandid (neutraalne, kurb, õnnelik, vihane, salakaval nägu ja kujund1)

Deviantstiimul	Ei reageeritud	Reageeriti	Kokku
Neutraalne	91	1706	1797
Kurb	94	1703	1797
Õnnelik	80	1717	1797
Vihane	81	1716	1797
Salakaval	103	1694	1797
Kujund1	240	1557	1797
Kujund2	3032	562	3594

$Df = 6, p < .01$

Keskliste reaktsiooniaegade võrdlusel kahe seeria vahel, kus esimeses pidi reageerima püstisele kujund1-le või selle pööratud variandile ning teises püstisele või pööratud neutraalsele näole olulist erinevust ei esinenud (I seeria keskmine $rt=434.7$ ms, $SD=80.7$ ms, II seeria keskmine $rt=433.0$ ms, $SD=78.4$ ms; $p=0.579$).

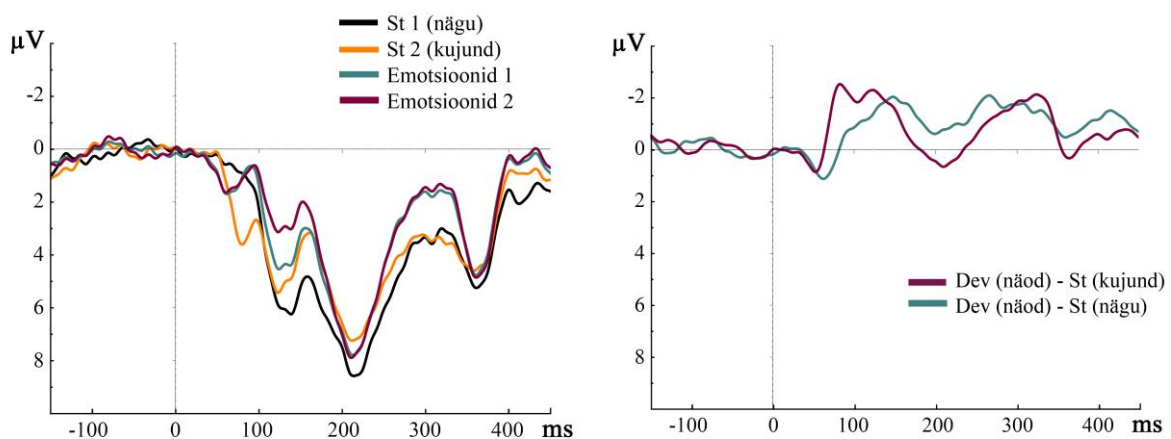
Kolmandas seerias, kus eesmärkstiiimuliteks olid nii neutraalne, kurb, vihane, salakaval ja õnnelik nägu ning kujund1, esines keskliste reaktsiooniaegade vahel suuri erinevusi. Teistest aeglasemalt reageeriti kujund1-le (keskmine $rt=395.0$ ms, $SD=103.1$ ms). Nägudest reageeriti keskmiselt kõige aeglasemalt neutraalsele näole ($rt=352.1$ ms, $SD=86.9$ ms). Kujund1-e ning neutraalse näo reaktsiooniaegade erinevus osutus statistiliselt oluliseks ($Z=-13.02$, $p<.01$). Keskmine reaktsiooniaeg emotsionaalsetele nägudele oli 341.2 ms ($SD=82.0$ ms), nende erinevus neutraalse näoga osutus statistiliselt oluliseks ($Z=-4.53$, $p<.01$). Nägudest reageeriti kõige aeglasemalt õnnelikule näole ($rt=342.5$ ms, $SD=84.1$ ms), seejärel vihasele näole ($rt=340.9$ ms, $SD=81.7$ ms) ning kõige kiiremini salakavalale näole ($rt=339.1$ ms, $SD=82.2$ ms). Emotsionaalsete nägude reaktsiooniaegade võrdlusel esines suurim erinevus õnneliku

näo reaktsioonija ja salakavala näo reaktsioonija vahel, kuid mainitud erinevus ei osutunud statistiliselt oluliseks ($Z=-1.04$, $p=0.298$).

EEG tulemused

Sündmuspotsiaalide jooniste visuaalse vaatluse järel valiti edasiseks analüüsimiseks kaks ajavahemikku, mil esinesid silmnähtavad negatiivse suunaga lahknevused standardist. Esimeseks ajavahemikuks valiti 80–200 ms ning teiseks ajavahemikuks 250–350 ms pärast stiimuli esinemist. Kahese negatiivse lahknemise esinemist toetavad ka varasemad uurimused, näiteks leidsid sellele kinnitust Astikainen ja Hietanen (2009), kes raporteerisid kahese negatiivse lahknevuse esinemist oksipitaalselt 150–180 ms ning 280–320 ms pärast stiimuli esinemist. Esimese ajavahemiku alguseks valiti väga varajane 80 ms, kuna on leitud, et deviantse hirmutava näo töötlus võib leida aset juba 70–120 ms pärast stiimuli ilmnemist (Stefanics, Csukly, Komlósi, Czobor, Czigler, 2012).

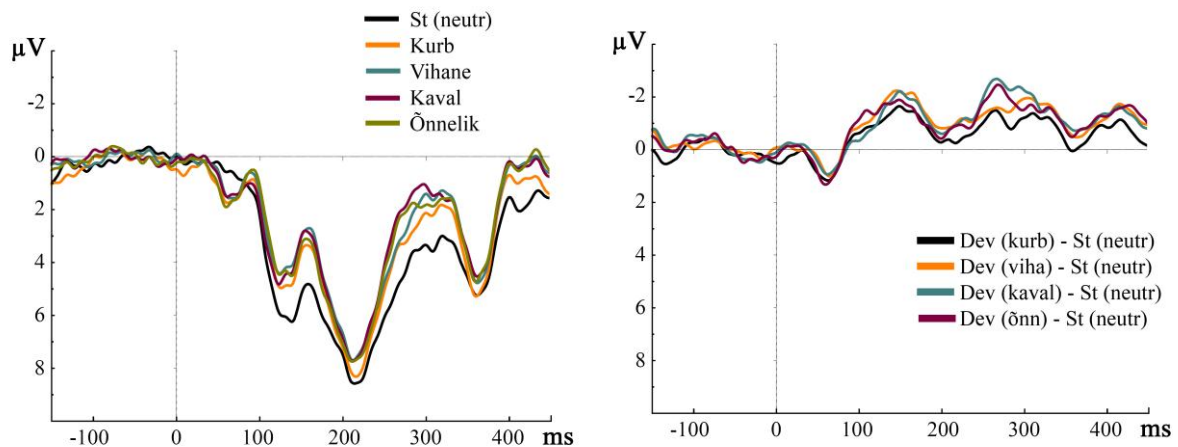
Uurimaks seda, kas nägu on nägude seast raskem eristada kui kujundite seast, leiti deviantidena esinenud nelja emotsiooni kandva näo (kurb, vihane, salakaval, õnnelik) sündmuspotsiaalide ehk ERP-de keskmine, mida võrreldi vastavalt standardiks olnud neutraalse näo või kujund1-e ERP-ga (joonis 2).



Joonis 2. Oz elektroodilt registreeritud ERP vastus I seerias standardiks olnud neutraalsele näole ja deviantidena esinenud neljale emotsionaalsele näole (1) ning II seerias standardiks olnud kujund1-le ja deviantidena esinenud neljale emotsionaalsele näole (2). Vasakul kujutatud stiimulite keskmistatud kõverad, paremal deviant-miinus-standard vahed (vMMN).

Jooniselt 2 on näha, et kui standardiks on mittenägu, on erinevused standardi ja deviandi vahel suuremad kui siis, kui standardiks on nägu. Nägude eristamine kujundite *versus* teiste nägude hulgast erineb eelkõige varase töötuse osas. Emotsionaalsete nägude esitamine standardina esinenud kujundite hulgas kutsub esile negatiivse lahknevuse, mis on suurema amplituudiga ning varasema algusega, kui teiste nägude hulgas esinevate emotsionaalsete nägude tekitatud vMMN. Samuti on joonisel märgata esmase tajulise töötuse ning nägudetajuga seostatud N1 komponent, mis kattub hilisema latentsiajaga vMMNiga. Esimese negatiivse lahknevuse vahemikus 80–200 ms näitab I seeria andmetele rakendatud t-test ($p < .01$) olulisi erinevusi rohkem kui 50% vaadeldud alast, II seeria lahknevus on t-testi hinnangul ($p < .01$) kuni 50% vaadeldud alast. Teise negatiivse lahknevuse vahemikus 250–350 ms näitab nii I kui II seeria andmetele rakendatud t-test ($p < .01$) olulisi erinevusi rohkem kui 50% vaadeldud alast.

Mainitud erinevuste põhjuste leidmiseks ning emotsioonitöötuse lähemaks uurimiseks vaadeldi kõigi nelja emotsiooni tekitatud ERP-sid mõlemas seerias eraldi. Emotsionaalsete nägude esinemist teiste nägude seas uuriti I katseseeria tulemuste põhjal. Joonisel 3 on kujutatud I katseseeria tulemused, kus standardiks oli neutraalne nägu ning deviantideks kurb, vihane, salakaval ning õnnelik nägu.

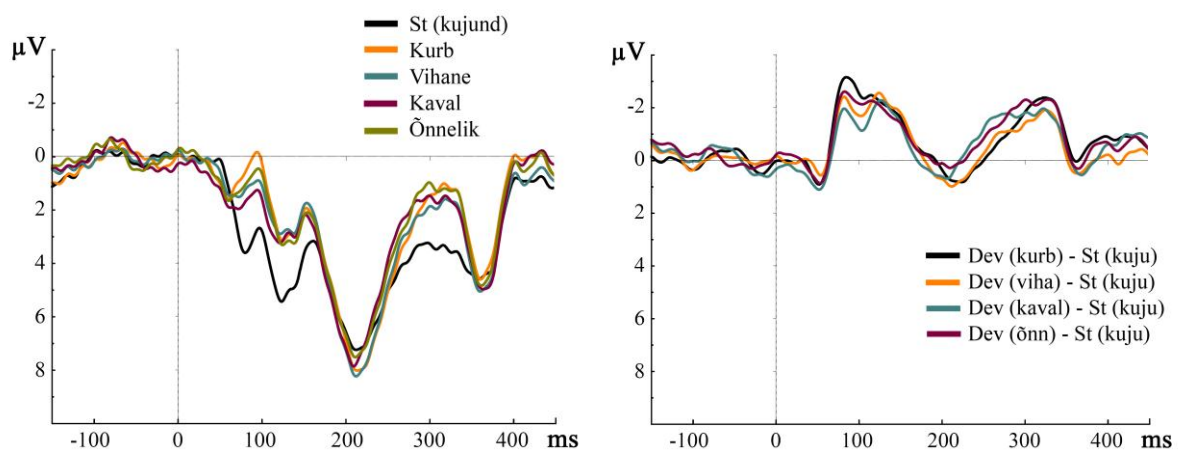


Joonis 3. Oz elektroodilt registreeritud ERP vastus I seerias standardiks olnud neutraalsele näole ning erinevaid emotsioone kandvatele nägudele. Vasakul kujutatud stiimulite keskmistatud kõverad, paremal deviant-miinus-standard vahed (vMMN).

Jooniselt 3 on näha, et deviantidena esinenud vihase ja salakavala näo esimene negatiivne lahknevus standardist (vMMN) (100–200 ms) on suurem kui õnneliku või kurva näo erinevus standardist. Teine negatiivne lahknevus standardist (250–350 ms) on väikseim kurva näo

puhul ning suurim salakavala näo korral. Teise lahknevuse juures on huvitav asjaolu, et õnneliku näo erinevus standardist on kasvanud ning vihase näo lahknevus standardist vähenenud. Antud muutused võivad olla tingitud stiimulite erinevast valentsist ning erutavusest, mis mõjutavad ERP amplituudi kõikumisi varajase ja hilisema töötleses osas erinevalt. Esimese negatiivse lahknevuse vahemikus 80–200 ms näitab t-test ($p < .01$) olulisi erinevusi kuni 50% vaadeldud alast kurva stiimuli lahknemisel standardist ning rohkem kui 50% vaadeldud alast kõigi ülejäänud stiimulite korral. Teise negatiivse lahknevuse vahemikus 250–350 ms näitab t-test ($p < .01$) olulisi erinevusi rohkem kui 50% vaadeldud alast kõigi stiimulite lahknevuskõveratel.

Nägude töötleses uurimiseks mittenägudest kujundite seas vaadeldi II katseseeria tulemusi. Joonisel 4 on kujutatud II katseseerias standardiks olnud kujundi ning deviantidena esinenud kurva, vihase, salakavala ja õnneliku näo sündmuspotsentiaale.



Joonis 4. Oz elektroodilt registreeritud ERP vastus II seerias standardiks olnud kujund1-le ning erinevaid emotsioone kandvatele nägudele. Vasakul kujutatud stiimulite keskmistatud kõverad, paremal deviant-miinus-standard vahed (vMMN).

Emotsionaalsete nägude eristamisel kujundite hulgast toob kurb nägu kaasa kõige suurema negatiivse lahknevuse standardist. Kurva näo töötlesele sarnaneb õnneliku näo töötles, mis tekitab samuti suure amplituudiga esimese negatiivse lahknevuse standardist. Teine negatiivne lahknevus standardist on kõige suurem salakavala näo deviandiks olemise korral ning väikseim, kui deviandiks on kurb nägu. Nii esimese (80–200 ms) kui ka teise negatiivse lahknevuse vahemikus (250–350 ms) näitab t-test ($p < .01$) olulisi erinevusi rohkem kui 50% vaadeldud alast kõigi stiimulite lahknevuskõveratel.

Arutelu ja järeldused

Seminaritöös keskenduti emotsionaalse sisuga skemaatiliste nägude kognitiivse töötluste uurimisele. Selleks võrreldi EEG tulemusi käitumuslike andmete ning subjektiivsete tajuliste hinnangutega. ERP andmetest keskenduti vMMNile ehk lahknevusnegatiivsuse fenomenile. Erinevate stiimulite põhjustatud sündmuspotsentiaale (ERP-sid) võrreldi kuklapiirkonna Oz elektroodi poolt registreeritud aju bioelektrilise aktiivsuse põhjal. Subjektiivsete hinnangute analüüsimisel keskenduti erinevate emotsionaalsete stiimulite valentsi ja erutavuse võrdlustele. Reaktsiooniaegade baastasemena käsitleti kolmanda seeria, kus katseisikud pidid reageerima kõikidele deviantidele (kurb, vihane, salakaval, õnnelik ja neutraalne nägu ning kujund1), tulemusi.

Kinnitust leidis hüpotees, et emotsionaalset infot kandvat nägu on erinevate mittenägudest kujundite seast võimalik kiiremini tuvastada kui teiste nägude hulgast. Antud hüpotees leidis tõestust EEG andmete põhjal, millest selgus, et deviantidena esinenud emotsionaalsed näod, mis esinesid vaheldumisi standardiks olnud kujundiga, tekitasid suure amplituudiga varajasi lahknevusi standardist. Kujala et al. (2007) artiklist lähtuvalt peaks ERP andmete ning käitumuslike näitajate vahel olema seos – mida suurema amplituudiga on MMN, seda lühem peaks olema muutuse detekteerimiseks kulunud reaktsiooniaeg (*RT*). Kahe seeria vaheliste reaktsiooniaegade võrdlemisel statistiliselt olulist erinevust aga ei ilmnenud. Samas kinnitas kolmanda seeria reaktsiooniaegade tulemuste analüüs, et nägude töötlus toimub kiiremini kui suvalistele kujunditele reageerimine. Sealjuures kehtis emotsionaalsete nägude eelistöötlus, mistõttu reageeriti emotsionaalse sisuga skemaatilistele nägudele kiiremini kui neutraalsetele.

Erinevates seeriates asetleidnud valede reaktsioonide võrdlus kinnitas eeldust, et näod on suvalistest kujunditest paremini eristuvad ning neid on lihtsam ära tunda. Võrreldes teistes seeriates standardiks olnud kujunditega (vastavalt kujund1 teises seerias ja kujund2 kolmandas seerias) jäeti neutraalsetele nägudele reageerimata kõige vähem kordi. Samas reageeriti seerias, kus standardiks oli neutraalne nägu, esimesest seeriast rohkem emotsionaalsetele nägudele. Samas viitas volestireageerimiste arv ka erinevate stiimulite tajulistele sarnasustele. Näiteks tajuti kujunditega 1 ja 2 kõige sarnasemalt õnnelikku ning neutraalset nägu.

Lahknevusnegatiivsuse (deviant miinus standard) jooniseid vaadates ilmneb, et esineb kaks negatiivse suunaga väljalööki. Saadud tulemus on kooskõlas varasemalt läbiviidud vMMN uuringutega, mis raporteerisid deviandina esinenud emotsionaalsete stiimulite tekitatud kahe lahknevusnegatiivsuse (vMMN) teket ajavahemikul 150–360 ms (Zhao ja Li, 2006; Astikainen ja Hietanen, 2009; Sibolt, 2012; Stefanics et al., 2012).

Suurim erinevus vMMNi tavapärasest latentsiajast hakkab silma joonisel 2, kus esimene negatiivne väljalöök tipneb kahel korral ning saab alguse juba enne 100 ms möödumist. Mainitud tipnemine leiab aset umbes 90 ms juures, mistõttu võib seda pidada ERP varase tajulise töötusega seonduvaks N1 komponendiks. N1 komponendi erinevus standardi ja deviantide vahel on paremini eristuv II katseseeria tulemuste osas. Kuigi N1 komponent peegeldab üldist varast tajulist töötust, selgub, et sellevahelised erinevused standardi ja deviandi võrdluses on suuremad, kui deviandiks olnud näo kõrval on standardiks kujund. See tulemus viitab N1 mõjutatavusele stiimuli iseloomust ning tundlikkusele stiimulitele, mis on näod. I seerias, kus standardiks oli neutraalne nägu, ei põhjusta deviandina esinev nägu eraldi näospetsiifilist lahknevust standardist.

Stiimulite vaheliste võrdluste teostamisel selgus, et negatiivsete emotsioonide eelisttötlus, eesotsas kurja näo kui ohustiimuli kiirem märkamine ei leidnud antud seminaritöös kinnitust. Selline tulemus võib olla tingitud sellest, et antud töös ei pööratud tähelepanu poolkeradevahelise töötuse uurimisele, mis Stefanics et al. (2012) väitel võib olla positiivsete ja negatiivsete emotsioonide erineva töötuskiiruse põhjuseks. Stefanics et al. (2012) uurimuse kohaselt kehtib emotsioonide töötusel „lähenemise-kaugenemise“ („*approach-withdrawal*“) hüpotees, mille alusel on vasak hemisfäär keskendunud positiivsete või lähenemisemotsioonide töötusele ning parem poolkera domineerib negatiivsete/kaugenemisemotsioonide töötuses (ülevaade Alves, Fukusima, Aznar-Casanova, 2008). Poolkerade vahelise töötuse uurimine antud andmestiku peal on üks planeeritud töö järgmisi etappe.

Samas võib olla negatiivse tajukalde ning eelkõige ohu eelisttötluse mitte esinemine tingitud ka katses rakendatud optimaalsest paradigmast. Varasemates uuringutes, kus on täheldatud negatiivsete emotsioonide eelisttötlust, on lähtutud peamiselt klassikalisest *oddball* paradigmast (Astikainen ja Hietanen, 2009; Chang et al., 2010; Stefanics et al., 2012). Nägemismodaalsuse uuringutes on senini optimaalset paradigmat harva rakendatud, mistõttu

ei saa selle kohta konkreetsemaid tõenduspõhiseid oletusi esitada. Võib oletada, et deviantide rohkus suurendab küll nende lahknevust standardist, kuid samas vähendab üksikute stiimulite eristamisele pühendatud kognitiivse töötluse mahtu. Seda oletust võiks kaudselt kinnitada ka Kujala et al. (2007) toodud kokkuvõtte, kus väidetakse, et suured stiimulitevahelised erinevused põhjustavad suure amplituudiga kiirelt tekkivaid MMN väljalööke, samas kui stiimulitevaheliste erinevuste vähenemisel muutub MMNi amplituud väiksemaks ning latentsus suureneb.

Vaatamata sellele, et ohu eelistöötlus ei leidnud antud töös kinnitust, esines erinevate emotsioonide (kurb, vihane, salakaval, õnnelik) töötleses märgatavaid erinevusi. Erinevate emotsioonide tekitatud lahknevusnegatiivsuse amplituudide kõikumisi aitab selgitada nende stiimulite valentsi ning erutavuse uurimine. Olofsson, Nordin, Sequeira ja Polich, toovad oma 2008. aasta ülevaateartiklis välja, et afektiivse sisuga stiimulid on tähelepanutõmbavamad kui neutraalset infot pakkuvad stiimulid. See erinevus väljendub eelkõige ERP amplituudi muutustes varase ning hilise töötluse osas. Sealjuures mõjutab stiimuli valents pigem varajast töötlust (100–250 ms) ning erutavus enam hilist töötlust (200–1000 ms) (Olofsson et al., 2008).

Katsejärgse küsimustiku hinnangute põhjal peeti teistest stiimulitest enam erutavamaks salakavalat nägu. Salakavala näo erutavusega sarnanesid kurva ja kurja näo erutavushinnangud. Olofssoni ülevaatest lähtuvalt peaks salakavala, kurja ja kurva näo töötlus erinema teistest stiimulitest just hilise töötluse osas. See tulemus leidis kinnitust kõige erutavamaks stiimuliks hinnatud salakavala näo korral I katseseerias, kus standardiks oli neutraalne nägu. Salakavala näo tekitatud ERP lahkes standardist teistest stiimulitest suurema amplituudiga 250–350 ms juures. Salakavala näo esinemisel deviandina standardiks olnud mittenägude hulgas aga sarnast tulemust ei ilmnenud. Ebaühtivad tulemused võivad olla tingitud salakavala näo suurest ambivalentisusest, mis ilmnes ka katsejärgse küsimustiku andmete põhjal, kus salakavalat nägu nimetati nii „rõõmsaks“ kui ka „pahatahtlikuks“ ja „vihaseks“.

Eeldades, et kõrgem valents mõjutab deviantide varajast töötlust, peaksid teistest kõrgema valentsiga hinnatud vihane ja kurb stiimul tekitama teistest suurema amplituudiga vMMNi. Antud seminaritöö tulemuste põhjal ei saa seda kindlalt väita, kuna täpsemat eristust võib segada vMMNiga kattuv varasema latentsiajaga N1 komponent. Salakavala näo töötlu-

eristumine võib viidata sellele, et antud stiimulite tajus omas suuremat rolli stiimulite erutavus kui valents.

Antud andmetega edasitöötamisel tuleks kindlasti keskenduda ka teiste elektroodide registreeritud andmete uurimisele. Sealjuures tuleks pöörata tähelepanu ka poolkerade vahelise töötuse uuringutele. Tulevikuperspektiivis oleks järgmiseks sammuks uurida seni vaid reaktsiooniaegade võrdluses olnud kolmanda katseseeria tulemusi ka EEG andmete põhjal. See võimaldaks vaadelda, millised on tulemused juhul, kui seni vaid deviantidena esinevaid skemaatilisi emotsiooninägusid esitatakse eesmärkstiimulitena. Deviantide pidev esinemine eesmärkstiimulitena muudab ülesande täistähelepanuliseks, mis toob endaga kaasa palju uusi aspekte edasise sisulise analüüsi jätkamiseks.

Kirjanduse loetelu

Alves, N. T., Fukusima, S. S., Aznar-Casanova, J. A. (2008). Models of brain asymmetry in emotional processing. *Psychol. Neurosci.*, 1, 63–66.

Astikainen, P., Hietanen, J. K. (2009). Event-related potentials to task-irrelevant changes in facial expressions. *Behavioral and Brain Functions*, 5, 30.

Bentin, S., Allison, T., Puce, A., Perez, E., McCarthy, G. (1996). Electrophysiological Studies of Face Perception in Humans. *J Cogn Neurosci.*, 8(6), 551–565.

Borg, G. (1998). *Borg's perceived exertion and pain scales*. Champaign, IL, US: Human Kinetics.

Chang, Y., Xu, J., Shi, N., Zhang, B., Zhao, L. (2010). Dysfunction of processing task-irrelevant emotional faces in major depressive disorder patients revealed by expression-related visual MMN. *Neuroscience Letters*, 472, 33–37.

Czigler, I. (2007). Visual Mismatch Negativity. Violation of Nonattended Environmental Regularities. *Journal of Psychophysiology*, 21(3–4), 224–230.

Eimer, M., Holmes, A., McGlone, F. (2003). The role of spatial attention in the processing of facial expression: an ERP study of rapid brain responses to six basic emotions. *Cogn. Affect. Behav. Neurosci.*, 3, 97–110.

Fox, E., Lester, V., Russo, R., Bowles, R. J., Pichler, A., Dutton, K. (2000). Facial expressions of emotion: Are angry faces detected more efficiently?. *Cognition and Emotion*, 14(1), 61–92.

González-Garrido, A. A., Ramos-Loyo, J., López-Franco, A. L., Gómez-Velázquez, F. R. (2009). Visual processing in a facial emotional context: An ERP study. *International Journal of Psychophysiology*, 71, 25–30.

Gratton, G., & Coles, M. G. H. (1983). A new method for off-line removal of ocular artifact. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 55, 468–484.

Jasper, H. H. (1958). The ten-twenty electrode system of the International Federation. *Electroencephalography and clinical neurophysiology*, 10, 371–375.

Kimura, M., Kondo, H., Ohira, H., Schröger, E. (2012). Unintentional temporal context-based prediction of emotional faces: An electrophysiological study. *Cerebral Cortex*, 8, 1774–1785.

Kujala, T., Tervaniemi, M., Schröger, E. (2007). The mismatch negativity in cognitive and clinical neuroscience: Theoretical and methodological considerations. *Biological Psychology*, 74, 1–19.

Kukk, G. (2010). *Impact of the ADRA2A promoter polymorphism C-1291G on processing of emotional schematic faces*. Master thesis. University of Tartu.

Luck, S. J. (2005). *An Introduction to the Event-Related Potential Technique*. Massachusetts Institute of Technology: MIT Press, 35–38.

Näätänen, R., Pakarinen, S., Rinne, T., Takegata, R. (2004). The mismatch negativity (MMN): towards the optimal paradigm. *Clinical Neurophysiology*, 115, 140–144.

Näätänen, R., Paavilainen, P., Rinne, T., Alho, K. (2007). The mismatch negativity (MMN) in basic research of central auditory processing: A review. *Clinical Neurophysiology*, 118, 2544–2590.

Olofsson, J. K., Nordin, S., Sequeira, H., Polich, J. (2008). Affective picture processing: An integrative review of ERP findings. *Biological Psychology*, 77, 247–265.

Palermo, R., Rhodes, G. (2007). Are you always on my mind? A review of how face perception and attention interact. *Neuropsychologia*, 75–92.

Pazo-Alvarez, P., Cadaveira, F., Amenedo, E. (2003). MMN in the visual modality: a review. *Biological Psychology*, 63, 199–236.

Perrett, D. I., Mistlin, A. J., Chitty, A. J., Smith, P. A., Potter, D. D., Broennimann, R., Harries, M. (1988). Specialized face processing and hemispheric asymmetry in man and monkey: evidence from single unit and reaction studies. *Behavioral Brain Research*, 29, 245–258.

Saar, K. (2013). *Skemaatiliste nägude ja mittenägude automaatne töötlus sõltuvalt nende orientatsioonist: EEG, reaktsioonaja ja subjektiivsete hinnangute võrdlus*. Seminaritöö. Psühholoogia instituut. Tartu Ülikool.

Sibolt, O. (2012). *Sündmuspotentsiaalid skemaatiliste näoväljenduste korral*. Seminaritöö. Psühholoogia instituut. Tartu Ülikool.

Stefanics, G., Csukly, G., Komlósi, S., Czobor, P., Czigler, I. (2012). Processing of unattended facial emotions: A visual mismatch negativity study. *NeuroImage*, 59, 3042–3049.

Stefanics, G., Kimura, M., Czigler, I. (2011). Visual mismatch negativity reveals automatic detection of sequential regularity violation. *Frontiers in Human Neuroscience*, 5, 46.

Susac, A., Ilmoniemi, R. J., Pihko, E., Supek, S. (2004). Neurodynamic studies on emotional and inverted faces in an oddball paradigm. *Brain Topography*, 16(4), 265–268.

Zhao, L., Li, J. (2006). Visual mismatch negativity elicited by facial expressions under non-attentional condition. *Neuroscience Letters*, 410, 126–131.

Thönnessen, H., Zvyagintsev, M., Harke, K. C., Boers, F., Dammers, J., Norra, Ch., Mathiak, K. (2008). Optimized mismatch negativity paradigm reflects deficits in schizophrenia patients. A combined EEG and MEG study. *Biological Psychology*, 77, 205–216.

Weymar, M., Löw, A., Öhman, A., Hamm, A. O. (2011). The face is more than its parts – Brain dynamics of enhanced spatial attention to schematic threat. *NeuroImage*, 58, 946–954.

Öhman, A., Lundqvist, D., Esteves, F. (2001). The face in the crowd revisited: A threat advantage with schematic stimuli. *Journal of Personality and Social Psychology*, 80, 381–396.

Käesolevaga kinnitan, et olen korrektselt viidanud kõigile oma töös kasutatud teiste autorite poolt loodud kirjalikele töödele, lausetele, mõtetele, ideedele või andmetele.

Olen nõus oma töö avaldamisega Tartu Ülikooli digitaalarhiivis DSpace.

Kadri Väljaste